

Procedure for running turbocharged IC engine**Veröffentlichungsnummer** DE19825920**Veröffentlichungsdatum:** 1999-12-23**Erfinder** FINGER HELMUT (DE); SCHMIDT ERWIN (DE); SUMSER SIEGFRIED (DE)**Anmelder:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)**Klassifikation:****- Internationale:** F02D9/06; F02B37/24; F02M25/07**- Europäische:** F02D9/06; F02B37/18; F02B37/24**Aktenzeichen:** DE19981025920 19980610**Prioritätsaktenzeichen:** DE19981025920 19980610**Zusammenfassung von DE19825920**

A procedure for running a turbocharged IC engine with an exhaust turbocharger (2) which comprises a turbine in the exhaust tract driven by the exhaust plus a compressor in the induction tract driven by the turbine, is described. There is an engine-braking device assigned to the turbine in the exhaust tract that can be adjusted between a stagnation position reducing the effective flow cross-section and an opening position releasing the effective flow cross-section. There is a pressure relief device (10) communicating with a conducting section (9) of the exhaust tract upstream of the turbine which can be adjusted between a closing and an opening position. In fired operation with run-up of the engine, in a first phase the engine-braking device stands in the stagnation position and the pressure relief device in the closed position. In a second phase, the pressure relief device is adjusted into the opening position and in a third phase the engine-braking device is displaced into the opening position.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 198 25 920 A 1**

⑤① Int. Cl. 6:
F 02 D 9/06
F 02 B 37/24
F 02 M 25/07

②① Aktenzeichen: 198 25 920.4
②② Anmeldetag: 10. 6. 98
④③ Offenlegungstag: 23. 12. 99

DE 198 25 920 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Finger, Helmut, Dipl.-Ing., 70771
Leinfelden-Echterdingen, DE; Schmidt, Erwin,
73666 Baltmannsweiler, DE; Sumser, Siegfried,
70184 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine

⑤⑦ Es wird eine Verfahren zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine vorgestellt, wobei ein Abgasturbolader, der eine vom Abgas angetriebene Turbine im Abgasstrang sowie einen von der Turbine angetriebenen Verdichter im Ansaugtrakt umfaßt, eine der Turbine zugeordnete Motorbremsvorrichtung im Abgasstrang, die zwischen einer den wirksamen Strömungsquerschnitt reduzierenden Staustellung und einer den wirksamen Strömungsquerschnitt freigebenden Öffnungsstellung verstellbar ist, und eine mit einem Leitungsabschnitt des Abgasstranges stromauf der Turbine kommunizierenden Druckentlastungseinrichtung, die zwischen einer Schließ- und einer Öffnungsstellung verstellbar ist, vorgesehen sind.

Um eine gute Fahrbarkeit des Fahrzeugs in der Antriebsphase sicherzustellen, steht im befeuerten Betrieb beim Hochlaufen des Motors in einer ersten Phase die Motorbremsvorrichtung zunächst in Staustellung und die Druckentlastungseinrichtung in Schließstellung, wird in einer zweiten Phase die Druckentlastungseinrichtung in Öffnungsstellung verstellt und in einer dritten Phase die Motorbremsvorrichtung in Öffnungsstellung versetzt.

DE 198 25 920 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE 36 10 131 A1 ist eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine bekannt, in deren Abgasstrang eine Turbine eines Abgasturboladers angeordnet ist, die über eine Welle einen Verdichter antreibt, welcher einen erhöhten Ansaugdruck im Ansaugkanal erzeugt. Um zu vermeiden, daß im Schubbetrieb ein unzulässig hohes Schleppmoment erzeugt wird, das das Fahrverhalten des Fahrzeugs ungünstig beeinflussen kann, ist eine Druckentlastungseinrichtung vorgesehen, bestehend aus einer die Turbine überbrückenden Bypassleitung mit einem Sperrventil. Im Schubbetrieb wird das Sperrventil geöffnet, so daß das Abgas die Turbine umgeht und zusätzliche, das Schleppmoment erhöhende Ausschubarbeit vermieden wird.

Aus der gattungsbildenden Druckschrift DE 195 40 060 A1 ist ebenfalls eine mehrzylindrige, aufgeladene Brennkraftmaschine bekannt, die neben einer Druckentlastungseinrichtung auch eine Motorbremsvorrichtung aufweist. Im Bremsbetrieb wird eine Bremsklappe in der Abgasleitung in Sperrstellung versetzt, wodurch stromauf der Bremsklappe ein Überdruck in der Abgasleitung aufgebaut wird. Das aufgestaute Abgas strömt mit hoher Geschwindigkeit durch einen Bypass unmittelbar in einen Spirkkanal der Turbine und beaufschlagt das Turbinenrad, woraufhin der Verdichter im Ansaugtrakt einen Überdruck aufbaut. Dadurch wird der Zylinder eingangsseitig mit erhöhtem Ladedruck beaufschlagt, ausgangseitig liegt zwischen dem Zylinderauslaß und der Bremsklappe ein Überdruck an, der dem Abblasen der im Zylinder verdichteten Luft über Ablaßventile in den Abgasstrang hinein entgegenwirkt. Im Bremsbetrieb muß der Kolben im Verdichtungs- und im Ausschiebehub Kompressionsarbeit gegen den hohen Überdruck im Abgasstrang verrichten, wodurch eine starke Bremswirkung erreicht wird.

Um im Bremsbetrieb eine unzulässig hohe Belastung durch einen zu hohen Staudruck stromauf der Bremsklappe zu verhindern, wird bei Erreichen eines Druck-Grenzwertes die Druckentlastungseinrichtung geöffnet, so daß aufgestautes Abgas stromauf der Bremsklappe abgeleitet und der Staudruck reduziert wird.

Insbesondere bei Verwendung von Festgeometrie-Turbinen mit Bremsklappe bzw. bei einem Einsatz von Turbinen mit axial verstellbarem Leitgitter entsteht bei einem Wechsel zwischen befeuerten Betrieb und Bremsbetrieb ein starkes Registereverhalten, das sich bei angetriebenem Motor durch einen Einbruch des Motormoments in der Hochlaufphase äußert, wodurch das Fahrverhalten stark beeinträchtigt wird. Das Registereverhalten rührt daher, daß bei befeuerten Betrieb in der Motorhochlaufphase das axiale Leitgitter bzw. die Bremsklappe in kurzer Zeit geöffnet wird, um einerseits eine Drucküberlastung im Leitungsstrang zwischen dem Zylinderauslaß und der Turbine zu vermeiden und andererseits einen ausreichend hohen Gasdurchsatz für die Erzeugung hoher Ladedrücke im oberen Drehzahlbereich zu gestatten. Aus der starken Querschnittsvergrößerung der Turbine bzw. der Abgasleitung resultiert ein Ladedruckeinbruch mit einhergehendem Motormomenteneinbruch, der erst bei einer weiteren Drehzahlerhöhung wieder ausgeglichen wird.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine anzugeben, das eine gute Fahrbarkeit des Fahrzeugs in der Antriebsphase sicherstellt.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkma-

len des Anspruches 1 gelöst.

Durch die Aufteilung der zeitveränderlichen Hochlaufkurve in mehrere Phasen mit jeweils unterschiedlichem Turbinenquerschnitt bzw. Leitungsquerschnitt kann ein im wesentlichen kontinuierlicher Ladedruck- und Motormomentenanstieg erzielt werden, wodurch das Betriebsverhalten im befeuerten Instationärbetrieb deutlich verbessert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich in besonderer Weise für einfach aufgebaute Turbinen, beispielsweise Festgeometrie-Turbinen mit vorgelagerter Bremsklappe oder Turbinen, deren Geometrie über ein radiales Leitgitter variabel einstellbar ist, die konstruktiv bedingt nur geringe Einflußmöglichkeiten zur Steuerung des Abgasstromes aufweisen. Brennkraftmaschinen mit diesen Turbinen erreichen mit dem vorgeschlagenen Verfahren sowohl im Bremsbetrieb als auch im befeuerten Betrieb ein gutes instationäres Betriebsverhalten.

In der ersten Phase stehen sowohl die Motorbremsvorrichtung als auch die Druckentlastungseinrichtung in Schließstellung und es kann ein mit zunehmender progressiv ansteigender Ladedruck erzeugt werden.

Die zweite Phase wird eingeleitet, bevor ein unzulässig hoher, eine Bauteilschädigung hervorrufender Druckanstieg entsteht. In der zweiten Phase wird der Staudruck durch Öffnen der Druckentlastungseinrichtung reduziert, indem die aus dem Leitungsstrang stromauf der Turbine abgeleitete Abgasmenge erhöht wird. Da zugleich die Motorbremsvorrichtung in ihrer Schließstellung verbleibt, ist die Turbineneintrittsgeschwindigkeit höher im Vergleich zu einer Öffnung der Motorbremseinrichtung, wodurch der Ladedruck und der Momentenanstieg lediglich eine Abflachung, jedoch keinen Einbruch erfahren. Der Phasenübergang von der ersten zur zweiten Phase kann kontinuierlich über die sensibel einstellbare Druckentlastungseinrichtung erfolgen.

In der dritten Phase wird zusätzlich auch die Motorbremsvorrichtung bis zur vollständigen Öffnung des Turbinenquerschnitts bzw. des Leitungsquerschnitts stromauf der Turbine geöffnet. Da in der zweiten Phase bereits eine Druckentlastung erfolgt ist, wird durch die zusätzliche Öffnung über die Motorbremsvorrichtung ein im wesentlichen kontinuierlicher Phasenübergang zur dritten Phase erreicht. Es ist kein oder nur ein unwesentlicher Ladedruck- und Momentenabfall im Phasenübergang zu erwarten.

In zweckmäßiger Weiterbildung erfolgt die Regelung der Abblasevorrichtung sowohl in der zweiten als auch in der dritten Phase kontinuierlich, um Unstetigkeiten, insbesondere Druck- und Momentensprünge, zu vermeiden.

Vorteilhaft wird die zweite Phase eingeleitet, wenn der durch die Turbine durchgesetzte Abgasvolumenstrom den Stophbereich der Turbine erreicht, um in der zweiten Phase durch eine geeignete Querschnittsverstellung eine weitere Leistungssteigerung zu erzielen. Der Wert für den Abgasvolumenstrom bzw. Turbineneintritts- oder Ladedruck kann hierbei entweder vorgegeben oder im laufenden Betrieb numerisch ermittelt werden.

Die dritte Phase wird bevorzugt dann eingeleitet, wenn die Summe des aus der Abgasleitung über die Druckentlastungseinrichtung und die Turbine abgeführten Abgasvolumenstroms bzw. Turbineneintritts- oder Ladedruck einen Wert erreicht, welcher ebenfalls entweder vorgegeben oder im laufenden Betrieb numerisch ermittelt werden kann.

Sowohl der Übergang von der ersten zur zweiten als auch der Übergang von der zweiten zur dritten Phase wird zweckmäßig erst bei Erreichen des jeweiligen maximalen Abgasvolumenstroms bzw. des maximalen Schluckvermögens eingeleitet.

Desweiteren kann eine Regelungseinheit vorgesehen sein, über die sowohl die Motorbremsvorrichtung als auch

die Druckentlastungseinrichtung beim Hochlaufen des Motors eingestellt werden kann. Als Hauptführungsgröße für die Regelungseinheit kann der Soll-Ladedruck im Ansaugtrakt vorgegeben werden, der sowohl im Teillastbereich als auch im Vollastbereich eine wichtige Führungsgröße für die Einstellung des Abgasturboladers darstellt und insbesondere in einem Kennfeld der Regelungseinheit parametrisiert abgespeichert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl bei Turbinen mit Festgeometrie als auch bei Turbinen mit variabel einstellbarer Geometrie angewandt werden. Bei Festgeometrie-Turbinen ist die Motorbremseinrichtung zweckmäßig über eine Bremsklappe stromauf der Turbine realisiert, die mit einem Bypass kombiniert werden kann, über den in Staustellung der Bremsklappe das unter erhöhtem Gegen-
druck stehende Abgas in eine Nebenflut der Turbine geleitet wird. Bei Turboladern mit variabler Turbinengeometrie kann ein axial in den Turbinenquerschnitt einschiebbares Leitgitter eingesetzt werden, das sich durch eine einfache konstruktive Ausbildung auszeichnet. Gegebenenfalls können aber auch Vollvariorturbinen mit schwenkbaren Schaufeln verwendet werden.

Als Druckentlastungseinrichtung kann eine Abblaseeinrichtung zur Überbrückung der Turbine und/oder eine Abgasrückführung zur Rückführung eines Teils des Abgases in den Ansaugtrakt eingesetzt werden.

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungsformen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine,

Fig. 2 ein Schaubild mit dem Verlauf des Ladedrucks in Abhängigkeit der Zeit,

Fig. 3 ein Schaubild mit dem durch die Turbine durchgesetzten Volumenstrom,

Fig. 4 ein Schaubild mit dem Verlauf des Motormoments in Abhängigkeit der Motordrehzahl.

Die in **Fig. 1** dargestellte Brennkraftmaschine **1** eines Kraftfahrzeugs weist einen Abgasturbolader **2** auf, dessen Turbine **3** im Abgasstrang **6** von den Abgasen der Brennkraftmaschine **1** angetrieben wird und über eine Welle **5** einen Verdichter **4** im Ansaugtrakt **7** betätigt. Im Verdichter **4** wird Ansaugluft komprimiert, die aus der Atmosphäre mit Umgebungsdruck angesaugt, gegebenenfalls gereinigt und dem Verdichter **4** zugeführt wird. Die im Verdichter komprimierte Ansaugluft wird in einem Ladeluftkühler **16** gekühlt und tritt mit dem Ladedruck p_{2S} in ein Saugrohr der Brennkraftmaschine **1**. Über das Saugrohr wird die Ansaugluft Saugkanälen, die in die Zylindereinlässe der Brennkraftmaschine **1** münden, zugeführt.

Das aus der Brennkraftmaschine in den Abgasstrang **6** geleitete Abgas wird der Turbine **3** zugeführt. Es ist eine Motorbremsvorrichtung **8** vorgesehen, die im gezeigten Beispiel als variabel einstellbare Turbinengeometrie, nämlich als axial in den Turbinenquerschnitt einschiebbares Leitgitter, ausgeführt ist, das zur Reduzierung des freien Querschnitts in den Düsenkanal der Turbine eingeschoben werden kann, wodurch im Motorbremsbetrieb der Abgasgegen-
druck p_3 und der Ladedruck p_{2S} erhöht wird. In dieser Staustellung des Leitgitters ist der Strömungsquerschnitt der Turbine reduziert und es wird ein hoher Abgasgegendruck in dem Leitungsabschnitt **9** zwischen den Zylindern und dem Abgasturbolader **2** aufgebaut. Das Abgas strömt mit hoher Geschwindigkeit durch die Kanäle der Turbinengeometrie und beaufschlagt das Turbinenrad, woraufhin der Verdichter **4** im Ansaugtrakt **7** einen Überdruck aufbaut. Dadurch wird der Zylinder eingangsseitig mit erhöhtem Ladedruck p_{2S} beaufschlagt, ausgangsseitig liegt zwischen dem

Zylinderauslaß und dem Abgasturbolader ein Überdruck p_3 an, der dem Abblasen der im Zylinder verdichteten Luft über Bremsventile in den Abgasstrang hinein entgegenwirkt. Im Bremsbetrieb muß der Kolben im Verdichtungs- und Ausschleubhub Kompressionsarbeit gegen den hohen Überdruck im Abgasstrang verrichten, wodurch eine starke Bremswirkung erreicht wird.

Weiterhin sind eine erste und eine zweite Druckentlastungseinrichtung **10**, **10'** vorgesehen, über die ein Teil des Abgases in dem Leitungsabschnitt **9** stromauf der Turbine **3** ausgeleitet und der Abgasgegendruck p_3 reduziert werden kann. Die erste Druckentlastungseinrichtung **10** ist als Abblaseeinrichtung **12** ausgeführt, die aus einem als Drehschieber ausgebildeten Sperrventil in einer Überbrückungsleitung **13** besteht, wobei die Überbrückungsleitung **13** stromauf der Turbine **3** von dem Leitungsabschnitt **9** abzweigt und stromab der Turbine in einen Leitungsabschnitt **11** des Abgasstrangs **6** einmündet. In Öffnungsstellung des Sperrventils der Abblaseeinrichtung **12** wird Abgas unter Umgehung der Turbine **3** direkt vom Leitungsabschnitt **9** zum Leitungsabschnitt **11** transportiert.

Die zweite Druckentlastungseinrichtung **10'** ist als Abgasrückführung **14** ausgebildet und besteht aus einem als Drehschieber ausgeführten Rückführungsventil in einer Rückführungsleitung **15**, über die Abgas aus dem Leitungsabschnitt **9** in den Ansaugtrakt **7** rückführbar ist. Zwischen dem Rückführungsventil und dem Ansaugtrakt **7** wird das rückgeführte Abgas in einem Abgasrückführungs-Kühler **17** gekühlt.

In einer Regelungseinheit **18** werden in Abhängigkeit des Last- und Betriebszustandes der Brennkraftmaschine **1** Stellsignale für die Einstellung der Motorbremsvorrichtung **8** und der ersten und zweiten Druckentlastungseinrichtung **10**, **10'** generiert. Über eine Signalleitung **19** werden der Ladedruck p_{2S} und weitere Motorparameter, insbesondere die Drehzahl n , als Eingangssignal der Regelungseinheit **18** zugeführt. Aus den Eingangssignalen werden in der Regelungseinheit **18** Stellsignale erzeugt, die über weitere Signalleitungen **20**, **21**, **22** den Stellgliedern regelungsbedürftiger Motorkomponenten zugeführt werden. Zweckmäßig werden über die Regelungseinheit **18** die als Leitgitter ausgeführte Motorbremsvorrichtung **8**, die Abblaseeinrichtung **12** und die Abgasrückführung **14** eingestellt.

Die Regelung der Motorbremsvorrichtung **8** und der Druckentlastungseinrichtungen **10**, **10'** erfolgt sowohl im Motorbremsbetrieb als auch im befeuerten Betrieb. Anhand der **Fig. 2** bis **4** wird das Verfahren für den befeuerten Betrieb der Brennkraftmaschine beschrieben.

Fig. 2 zeigt das Instationärverhalten des Ladedrucks p_{2S} in der Hochlaufphase bei befeuerten Betrieb. Es sind zwei Ladedruck-Kurven eingezeichnet, eine erste, durchgezogene Ladedruck-Kurve A, die ein unerwünschtes, herkömmliches Ladedruck-Verhalten zeigt, und eine zweite, gestrichelte Ladedruck-Kurve B, die sich bei Anwendung des neuen Verfahrens einstellt.

Die Ladedruck-Kurve A steigt im Zeitpunkt **0** beginnend progressiv bis zum Zeitpunkt t_2 an. In diesem Abschnitt befinden sich die Motorbremsvorrichtung in Staustellung und die Druckentlastungseinrichtungen in Schließstellung. Zum Zeitpunkt t_2 wird die Motorbremsvorrichtung in Öffnungsstellung versetzt, indem das Leitgitter der Turbine aus dem Turbinenkanal gezogen wird. Daraufhin fällt der Ladedruck schlagartig ab und beginnt erst im Zeitpunkt t_3 wieder zu steigen.

Gemäß dem neuen Verfahren stellt sich die gestrichelte Ladedruck-Kurve B ein. Im Zeitraum zwischen **0** und t_1 , der ersten Phase im instationären Hochlaufverhalten, stimmt die Ladedruck-Kurve B mit der Ladedruck-Kurve A überein. In

diesem Zeitabschnitt sind sowohl die Druckentlastungseinrichtungen als auch die Motorbremsvorrichtung geschlossen, der wirksame Querschnitt ist minimal.

Die zweite Phase erstreckt sich vom Zeitpunkt t_1 bis zum Zeitpunkt t_4 . Im Zeitpunkt t_1 wird begonnen, die Druckentlastungseinrichtungen in Öffnungsstellung zu versetzen; die Motorbremsvorrichtung verbleibt in Staustellung. Zweckmäßig wird zunächst die Druckentlastung über die Abblaseeinrichtung und anschließend die Druckentlastung über die Abgasrückführung betätigt, wobei bevorzugt ein kontinuierliches Erweitern des Querschnitts angestrebt wird. Der Ladedruck steigt ohne Einbruch kontinuierlich, jedoch mit abgeflachtem Kurvenverlauf, bis zum Zeitpunkt t_4 an, in dem die dritte Phase beginnt.

Im Zeitpunkt t_4 wird begonnen, auch die Motorbremsvorrichtung zu öffnen. Bei Verwendung eines axial verschiebbaren Leitgitters wird dieses aus dem Turbinenkanal gezogen, bei Verwendung einer Bremsklappe wird diese geöffnet. Durch die erhebliche Querschnittserweiterung kann es vorkommen, daß der Ladedruck bis zum Zeitpunkt t_5 geringfügig absinkt; im Anschluß daran steigt der Ladedruck jedoch wieder an.

Insgesamt wird über die drei Phasen gemäß der gestrichelten Ladedruck-Kurve B ein im wesentlichen kontinuierlicher, stetiger Ladedruck-Verlauf und dementsprechend ein kontinuierlicher, stetiger Motormomenten-Verlauf erreicht.

Das Schaubild nach Fig. 3 zeigt Volumenstromkurven 23, 24, die den durch die Turbine durchgesetzten Volumenstrom dV/dt in Abhängigkeit des Turbinendruckverhältnisses p_3/p_4 – dem Verhältnis des Turbineneingangsdrucks p_3 zum Turbinenausgangsdruck p_4 – repräsentieren. Die Volumenstromkurve 23 entspricht dem Verlauf bei geschlossener Motorbremsvorrichtung, die Volumenstromkurve 24 dem Verlauf bei geöffneter Motorbremsvorrichtung. Bei geschlossener Motorbremsvorrichtung liegt das Schluckvermögen der Turbine und der durch die Turbine durchgesetzte Volumenstrom entsprechend der Kurve 23 auf geringerem Niveau als bei der Kurve 24, bei der die Motorbremsvorrichtung den Strömungsquerschnitt nicht behindert und dementsprechend mehr Abgas durchgesetzt werden kann.

In das Schaubild nach Fig. 3 sind die Ladedruck-Kurven A und B eingezeichnet. Gemäß der Ladedruck-Kurve A steigt der Volumenstrom entlang der unteren Volumenstromkurve 23 beginnend beim Zeitpunkt 0 bis zum Zeitpunkt t_2 an, zum Zeitpunkt t_2 wird die Motorbremsvorrichtung – das Leitgitter bzw. die Bremsklappe – außer Funktion gesetzt, wodurch der Querschnitt schlagartig vergrößert wird und der Volumenstrom gemäß Pfeil 25 auf die obere Volumenstromkurve 24 ansteigt. Zugleich sinkt jedoch das Druckverhältnis p_3/p_4 stark ab. Im weiteren Verlauf bewegt sich der Volumenstrom entlang der oberen Volumenstromkurve 24.

Gemäß der das neue Verfahren kennzeichnenden, gestrichelt eingezeichneten Ladedruck-Kurve B steigt der Volumenstrom zunächst entlang des stationären Abschnitts der unteren Volumenstromkurve 23 an und erreicht zum Zeitpunkt t_1 den stationären Wert des Volumenstroms dV/dt . Im Zeitpunkt t_1 beginnt die zweite Phase, in der die Druckentlastungseinrichtung geöffnet wird, wodurch der Volumenstrom gemäß Pfeil 26 bis zum Zeitpunkt t_4 weiter ansteigt. Im Zeitpunkt t_4 beginnt die dritte Phase, in der die Motorbremsvorrichtung außer Kraft gesetzt wird. Vom Zeitpunkt t_4 bis zum Zeitpunkt t_5 steigt der Volumenstrom bis auf die obere Volumenstromkurve 24 an, wobei zwischen t_4 und t_5 ein nur geringer Abfall im Druckverhältnis p_3/p_4 zu verzeichnen ist. Im weiteren Verlauf folgt der Volumenstrom der oberen Volumenstromkurve 24.

Fig. 4 zeigt ein Motorkennfeld mit dem Verlauf 28 des

Motormoments bei Vollast, aufgetragen über der Drehzahl n bis zur Nenndrehzahl n_0 . Unterhalb des Verlaufes 28 werden vier Bereiche 29 bis 32 unterschieden, die jeweils unterschiedliche Betriebsweisen charakterisieren.

Der Bereich 29 entspricht der ersten Phase, in der die Motorbremsvorrichtung und die Druckentlastungseinrichtung geschlossen sind.

Der Bereich 30 entspricht der zweiten Phase, in der die Druckentlastungseinrichtung, insbesondere die Abblaseeinrichtung, geöffnet wird.

Die Bereiche 31 und 32 entsprechen der dritten Phase mit außer Funktion gesetzter Motorbremsvorrichtung, wobei im Bereich 31 die Druckentlastung fakultativ insbesondere bei einer relativ kleinen Turbinenschluckfähigkeit erfolgt und entweder über die Abblaseeinrichtung oder über die Abgasrückführung erfolgt. Im Bereich 32, der den unteren Teillastbereich ohne Motoraufladung markiert, sind sowohl die Abblaseeinrichtung als auch die Abgasrückführung geöffnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine, mit einem Abgasturbolader (2), der eine vom Abgas angetriebene Turbine (3) im Abgasstrang (6) sowie einen von der Turbine (3) angetriebenen Verdichter (4) im Ansaugtrakt (7) umfaßt, mit einer der Turbine (3) zugeordneten Motorbremsvorrichtung (8) im Abgasstrang (6), die zwischen einer den wirksamen Strömungsquerschnitt reduzierenden Staustellung und einer den wirksamen Strömungsquerschnitt freigebenden Öffnungsstellung verstellt werden kann, und mit einer mit einem Leitungsabschnitt (9) des Abgasstranges (6) stromauf der Turbine (3) kommunizierenden Druckentlastungseinrichtung (10, 10'), die zwischen einer Schließ- und einer Öffnungsstellung verstellt werden kann,

dadurch gekennzeichnet,

daß im befeuerten Betrieb beim Hochlaufen des Motors zunächst in einer ersten Phase die Motorbremsvorrichtung (8) in Staustellung und die Druckentlastungseinrichtung (10, 10') in Schließstellung steht, in einer zweiten Phase die Druckentlastungseinrichtung (10, 10') in Öffnungsstellung verstellt wird und in einer dritten Phase die Motorbremsvorrichtung (8) in Öffnungsstellung versetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Öffnen der Druckentlastungseinrichtung (10, 10') in der zweiten Phase kontinuierlich erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Öffnen der Motorbremsvorrichtung (8) in der dritten Phase kontinuierlich erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Phase beginnt, sobald der durch die Turbine (3) durchgesetzte Abgasvolumenstrom (dV/dt) einen stationären Wert erreicht hat.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Phase beginnt, sobald der durch die Turbine (3) durchgesetzte Abgasvolumenstrom (dV/dt) einen Turbineneintrittsdruck-Grenzwert erreicht hat.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Phase beginnt, sobald der durch die Turbine (3) durchgesetzte Abgasvolumenstrom (dV/dt) einen Ladedruck-Grenzwert erreicht hat.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Phase beginnt, so-

bald die Druckentlastungseinrichtung (10, 10') vollständig geöffnet ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Phase beginnt, sobald die Summe des über die Druckentlastungseinrichtung (10, 10') und die Turbine (3) abgeführten Abgasvolumenstroms (dV/dt) einen vorgegebenen Wert erreicht. 5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorbremsvorrichtung (8) und die Druckentlastungseinrichtung (10, 10') über eine Regelungseinheit (18) eingestellt werden. 10

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Hauptführungsgröße für die Regelungseinheit (18) ein Soll-Ladedruck (p_{2s}) im Ansaugtrakt (6) vorgegeben wird. 15

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (3) des Abgasturboladers (2) eine verstellbare Turbinengeometrie aufweist und als Motorbremsvorrichtung (8) das verstellbare Bauteil der Turbinengeometrie eingesetzt wird. 20

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als verstellbares Bauteil der Turbinengeometrie ein axial verschiebbares Leitgitter verwendet wird. 25

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Motorbremsvorrichtung (8) eine Bremsklappe in dem Leitungsabschnitt (9) stromauf der Turbine (3) verwendet wird. 30

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Druckentlastungseinrichtung (10) eine Abblaseeinrichtung (12) verwendet wird, über die Abgas stromauf der Turbine (3) in den Leitungsabschnitt (11) stromab der Turbine (3) geleitet wird. 35

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Druckentlastungseinrichtung (10') eine Abgasrückführung (14) verwendet wird, über die Abgas stromauf der Turbine (3) in den Ansaugtrakt (7) rückgeführt wird. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

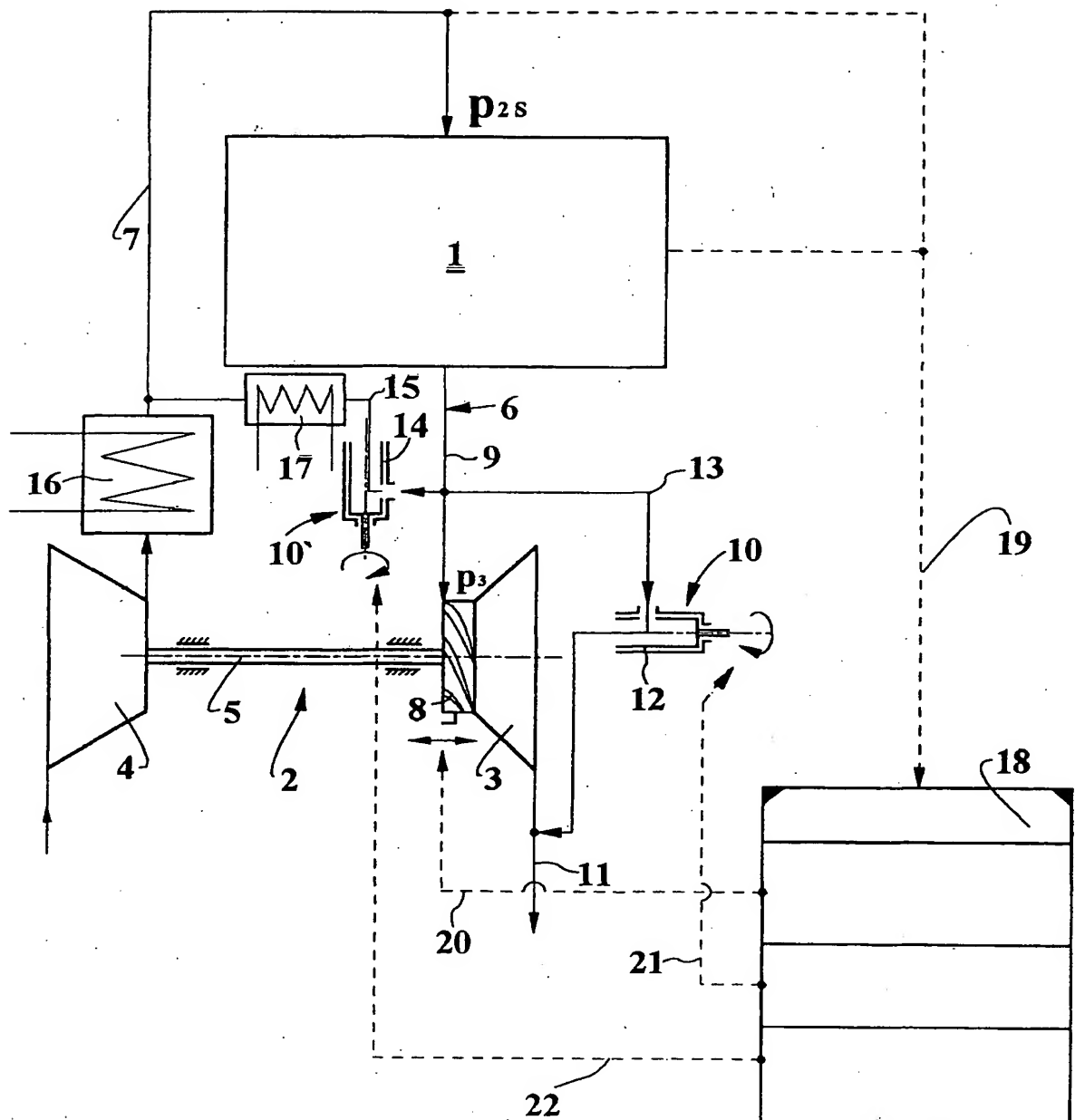


FIG.1

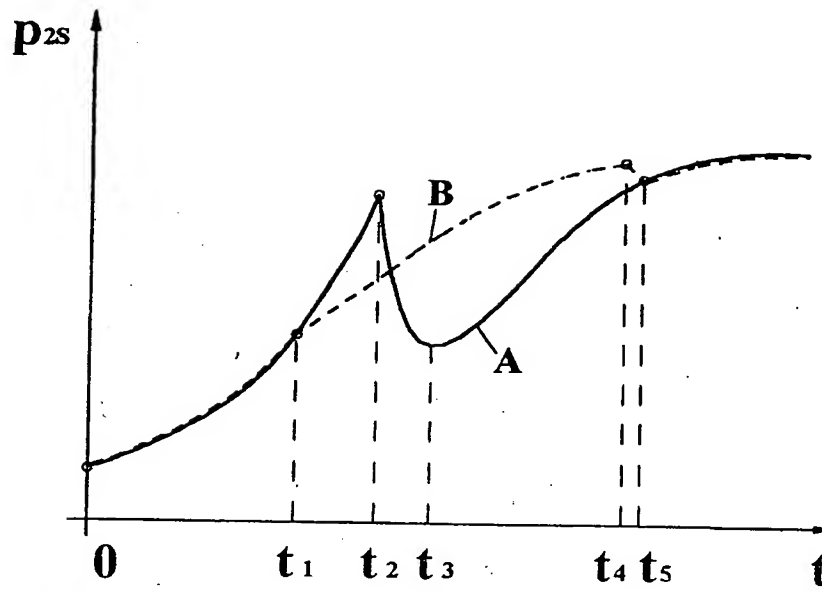


FIG. 2

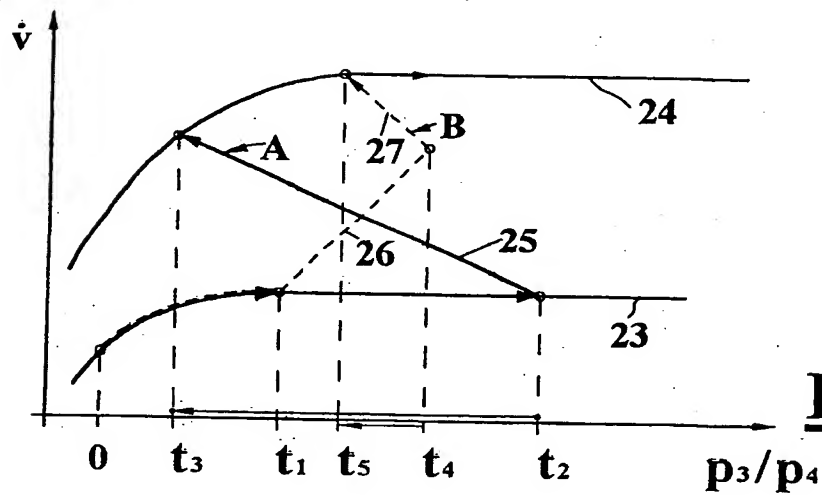


FIG. 3

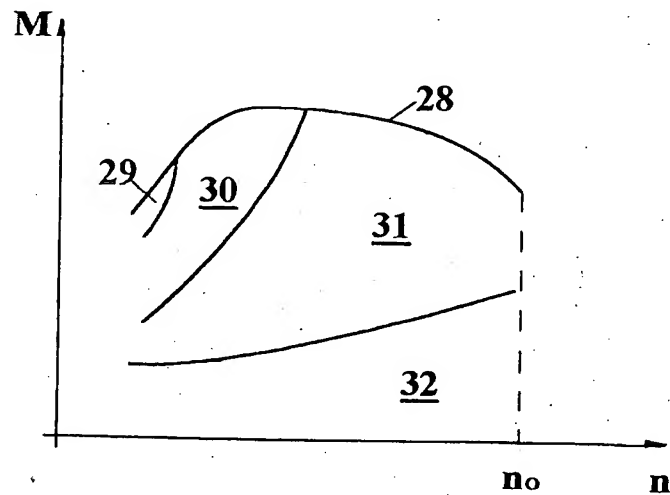


FIG. 4